

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-126758

(43)Date of publication of application : 16.05.1997

(51)Int.CI.

G01C 3/06  
G01C 3/00  
G01C 3/14  
G06T 1/00  
G08G 1/017  
G08G 1/16  
H04N 5/232

(21)Application number : 07-281020

(71)Applicant : HONDA MOTOR CO LTD

(22)Date of filing : 27.10.1995

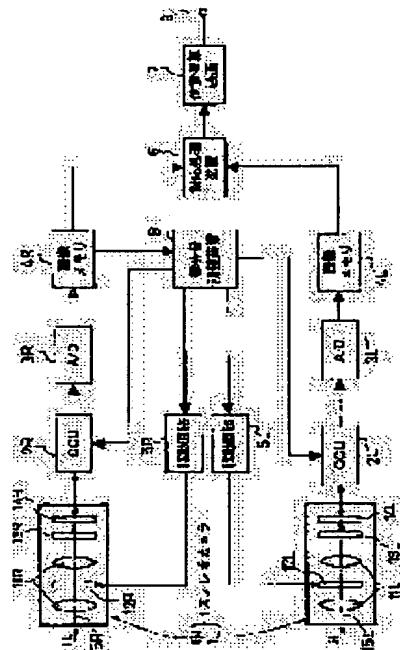
(72)Inventor : AOYAMA CHIAKI

## (54) ENVIRONMENT RECOGNIZING DEVICE FOR VEHICLE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To dispense with an aperture diaphragm in a distance detecting stereo camera.

SOLUTION: In the environment recognizing device for a vehicle, light rays obtained through objective lenses 11R, 11L catching light rays provided with image information are converted into image signals via CCD image sensors 13R, 13L, and on the basis of the image based on the plurality image signals, distance to an object is measured according to the theory of triangulation. ND filter assembly bodies 12R, 12L are arranged in the objective lenses 11R, 11L, and driving circuits 5R, 5L, which switch insertion/extraction of the ND filter assembly bodies 12R, 12L in the direction perpendicular to the optical axes 15R, 15L, are driven by means of light exposure quantity regulating device 8 regulating the light quantity to a predetermined quantity, so that aperture diaphragms in the objective lenses 11R, 11L are substantially made unnecessary (opened).



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 27.11.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-126758

(43)公開日 平成9年(1997)5月16日

(51) Int.Cl. <sup>a</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 C	3/06		G 0 1 C	3/06
	3/00			3/00
	3/14			3/14
G 0 6 T	1/00		G 0 8 G	1/017
G 0 8 G	1/017			1/16

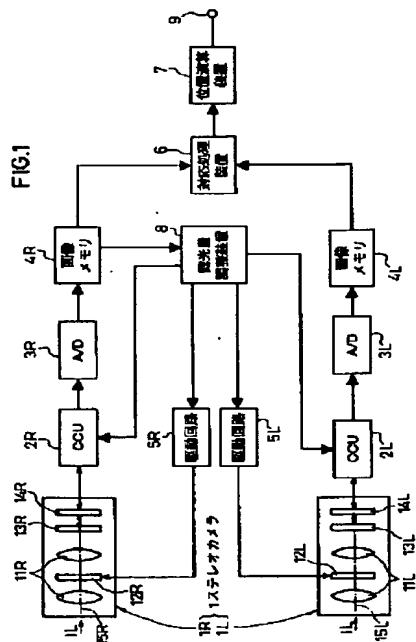
審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 19 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号	特願平7-281020	(71)出願人	000005326 本田技研工業株式会社 東京都港区南青山二丁目1番1号
(22)出願日	平成7年(1995)10月27日	(72)発明者	青山 千秋 埼玉県和光市中央1-4-1 株式会社本田技術研究所内
		(74)代理人	弁理士 千葉 剛宏 (外1名)

(54)【発明の名称】車両用環境認識装置

(57)【要約】

【課題】距離検出用のステレオカメラで開口絞りを不要とした。  
【解決手段】画像情報を有する光をとらえる対物レンズ11R、11Lを通じて得た光をCCDイメージセンサ13R、13Lを通じて画像信号に変換し、この複数の画像信号に基づく画像により物体までの距離を三角測量の原理に基づき測定する車両用環境認識装置において、前記対物レンズ11R、11LにNDフィルタ組立体12R、12Lを配設し、このNDフィルタ組立体12R、12Lの、光軸15R、15Lと略直交する方向への挿入、非挿入を切り換える駆動回路5R、5Lを、所定光量に調整する露光量調整装置8により駆動し、対物レンズ11R、11Lの開口絞りを実質的に不要(開放)とした。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】画像情報を有する光をとらえる光学部と、この光学部を通じて得た光を電気信号に変換する撮像素子部と、この撮像素子部の出力電気信号を画像信号に変換して出力する画像信号出力手段との組み合わせを複数有し、前記複数の画像信号出力手段からそれぞれ出力される画像信号に基づく画像により物体までの距離を三角測量の原理に基づき測定する車両用環境認識装置において、前記複数の光学部にそれぞれ配される少なくとも1つの減光フィルタと、前記減光フィルタの、前記複数の光学部の光軸と略直交する方向への同時挿入、非挿入を切り換える切換手段と、前記画像信号出力手段に接続され、前記画像の明るさが所定の明るさとなるように前記切換手段を駆動して前記減光フィルタの挿入、非挿入を決定する露光量調整手段とを備え、前記光学部の開口絞りを実質的に開放としたことを特徴とする車両用環境認識装置。

【請求項2】請求項1記載の装置において、前記撮像素子部の露光時間を調整する露光時間調整手段を備え、前記露光量調整手段は、前記減光フィルタの挿入、非挿入を決定するとともに、前記減光フィルタと前記露光時間調整手段による露光時間値との予め定められた組み合わせにより、前記光学部から前記画像信号出力手段までに至る合成利得値を決定するようにしたことを特徴とする車両用環境認識装置。

【請求項3】請求項1記載の装置において、前記画像信号出力手段は、增幅利得を調整する增幅利得調整手段を備え、前記露光量調整手段は、前記減光フィルタの挿入、非挿入を決定するとともに、前記減光フィルタと前記增幅利得調整手段による增幅利得値との予め定められた組み合わせにより、前記光学部から前記画像信号出力手段までの合成利得値を決定するようにしたことを特徴とする車両用環境認識装置。

【請求項4】請求項1記載の装置において、前記撮像素子部の露光時間を調整する露光時間調整手段と、前記画像信号出力手段に配され、增幅利得を調整する增幅利得調整手段とを備え、前記露光量調整手段は、前記減光フィルタの挿入、非挿入を決定するとともに、前記減光フィルタと前記露光時間調整手段による露光時間値と前記增幅利得調整手段による增幅利得値との予め定められた組み合わせにより、前記光学部から前記画像信号出力手段までの合成利得値を決定するようにしたことを特徴とする車両用環境認識装置。

【請求項5】請求項2または4記載の装置において、前記撮像素子部はCCDイメージセンサを有し、前記露光時間は、このCCDイメージセンサの電子シャッタ時間であることを特徴とする車両用環境認識装置。

【請求項6】請求項1～5のいずれか1項に記載の装置において、前記減光フィルタをNDフィルタとしたことを特徴とする車両用環境認識装置。

【請求項7】請求項1～5記載のいずれか1項に記載の装置において、前記減光フィルタを減光率の異なる2つのNDフィルタとし、この2つのNDフィルタの非挿入を含めて、前記露光量調整手段は、露光量を3段に切り換えることを特徴とする車両用環境認識装置。

【請求項8】請求項6または7記載の装置において、NDフィルタを、多数の孔が開けられた孔あき板に代替することを特徴とする車両用環境認識装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、ステレオ視を利用した車両用環境認識装置に関し、一層詳細には、例えば、自動車等の車両に搭載され、当該自動車の位置を基準として、風景や先行車等を含む情景に係る周囲環境を認識する車両用環境認識装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来から、周囲環境を認識しようとする場合、ステレオ視を利用したステレオカメラにより得られる2枚の画像（ステレオ画像ともいう。）から三角測量の原理に基づき対象物（単に、物体ともいう。）までの距離を求め、対象物の位置を認識する、いわゆるステレオ法が採用されている。

【0003】このステレオ法においては、前記距離を求める際に、撮像した2枚の画像上において同一物体の対応が探れることが前提条件となる。

【0004】撮像した2枚の画像上において同一物体の対応を探る技術として、画像中の領域に着目する方法がある。

【0005】この方法は、まず、一方の画像上に適当なサイズのウインドウを設定し、他方の画像においてこのウインドウに対応する領域を求めるために、他方の画像に前記ウインドウと同一サイズの領域を設定する。

【0006】次に、両画像上の各ウインドウ内の画像（単に、ウインドウ画像ともいう。）を構成する対応する各画素（詳しく説明すると、マトリクス位置が対応する各画素）についての画素データ値を引き算して差を得、さらに差の絶対値を得る。

【0007】そして、各画素についての差の絶対値の前記ウインドウ内の和、いわゆる総和を求める。

【0008】このようにウインドウ内の各画素データ値の差の絶対値の総和を求める計算を他方の画像上のウ

ンドウの位置を変えて順次行い、前記総和が最小になる他方の画像のウィンドウを、前記一方の画像のウィンドウに対応する領域であると決定する方法である。

【0009】この発明においても、基本的には、この画像中の領域に着目する方法を採用している。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】ところで、自然環境下においては、照度が変化し、これに応じて物体の輝度が変化する。

【0011】ところが、カメラを構成するCCDイメージセンサ等の撮像素子を取り扱うことの可能な明るさや露光量（透過光量）は、上限値および下限値が設定されており、この上下限値以外では、信号処理として取り扱える電気信号の適切な振幅変化（レベル変化）が得られない。

【0012】電気信号として適切な振幅変化が得られない場合には、画像の濃度範囲（実際上は、映像の輝度範囲）が狭くなり、結局、前記差の絶対値の総和がウィンドウ毎にそれほど変わらないこととなり、対応を探ることができなくなるという問題がある。

【0013】そこで、この問題を解決するために、例えば、特開平4-336514号公報に公表された従来の技術では、露光量を適切な値に設定するために、ウィンドウ内の画像の濃度に応じて開口絞りの絞り量を可変とするとともに、CCDイメージセンサの電子シャッタ時間を利用して制御するようとしている。

【0014】しかしながら、開口絞りにより露光量を変化させた場合には、レンズの周辺光量の特性が変化する。このため、周辺光量の低下の補正が必要となるが、この補正は、絞り量に応じて行う必要があり、非常に繁雑である。

【0015】また、通常、絞り羽根等を使用する開口絞りは、機械的な位置決め誤差、摩擦、バックラッシュ等が存在することから、この開口絞りのための露光量のフィードバック制御は、連続的かつ精密な制御が必要になるという問題もある。

【0016】この発明はこのような課題を考慮してなされたものであり、簡単な構成で露光量を正確に調整することの可能な車両用環境認識装置を提供することを目的とする。

【0017】

【課題を解決するための手段】第1のこの発明は、例えば、図1に示すように、画像情報を有する光ILをとらえる光学部11R、11Lと、この光学部を通じて得た光を電気信号に変換する撮像素子部13R、13Lと、この撮像素子部の出力電気信号を画像信号に変換して出力する画像信号出力手段（14R、2R）、（14L、2L）との組み合わせを複数有し、前記複数の画像信号出力手段からそれぞれ出力される画像信号に基づく画像により物体までの距離を三角測量の原理に基づき測定す

る車両用環境認識装置において、前記複数の光学部にそれぞれ配される少なくとも1つの減光フィルタ12R、12L（図3をも参照）と、前記減光フィルタの、前記複数の光学部の光軸と略直交する方向への同時挿入、非挿入を切り換える切換手段5R（25）、5L（25）と、前記画像信号出力手段に接続され、前記画像の明るさが所定の明るさとなるように前記切換手段を駆動して前記減光フィルタの挿入、非挿入を決定する露光量調整手段8とを備え、前記光学部の開口絞りを実質的に開放としたことを特徴とする。

【0018】第1のこの発明によれば、撮像素子部に入射する光の光量を連続的ではなくステップ的（段階的）に変化させる減光フィルタの光軸への挿入を、露光量調整手段により駆動される切換手段により切り換えてい。減光フィルタを挿入または非挿入とすることで、入射光量、言い換えれば、露光量を変化させているので、開口絞りを変化させる必要がなくなり、実質的に開放状態とすることができる。すなわち、機械的に複雑な構成の開口絞りがなくてもよい。また、光量をステップ的に変化させるので、連続的なフィードバック制御が不要となる。

【0019】また、第2のこの発明によれば、第1の発明の構成に加えて、撮像素子部の露光時間を調整する露光時間調整手段を備え、前記露光量調整手段が、減光フィルタと露光時間値との予め定められた組み合わせにより、光学部から画像信号出力手段までに至る合成利得値を決定するようにしているので、さらに細かいステップで露光量を調整することができる。

【0020】さらに、第3のこの発明によれば、第1の発明の構成に加えて、增幅利得を調整する增幅利得調整手段を画像信号出力手段に備え、露光量調整手段が、增幅利得値と減光フィルタとの予め定められた組み合わせにより、光学部から画像信号出力手段までの合成利得値を決定するようにしているので、第2のこの発明と同様に、さらに細かいステップで露光量を調整することができる。

【0021】さらにまた、第4のこの発明によれば、露光量調整手段が、增幅利得値と減光フィルタと露光時間値との予め定められた組み合わせにより、光学部から画像信号出力手段までの合成利得値を決定するようしているので、一層細かいステップで露光量を調整することができる。

【0022】なお、撮像素子部はCCDイメージセンサを有し、露光時間は、このCCDイメージセンサの電子シャッタ時間とすることができます。

【0023】また、減光フィルタとしては、NDフィルタや、多数の孔が開けられた孔あき板を使用することができる。孔あき板としては、金属板等に多数の孔が等間隔に開けられた、いわゆるパンチングメタルを採用することができる。

## 【0024】

【発明の実施の形態】以下、この発明の一実施の形態について、図面を参照して説明する。

【0025】なお、この発明の理解を容易にするために、この実施の形態の要部の一部を簡明に説明すると、図1に示すように、画像情報を有する光ILをとらえる光学部を構成する対物レンズ11R、11Lを通じて得た光を、CCDイメージセンサ13R、13Lと信号処理回路14R、14Lとカメラ制御ユニット（以下、CCUという。）2R、2LとAD変換器3R、3Lを通じてデジタル画像信号に変換し、この複数のデジタル画像信号に基づく画像により物体までの距離を三角測量の原理に基づき測定する車両用環境認識装置において、光学部にNDフィルタ組立体12R、12Lを配設し、このNDフィルタ組立体12R、12Lの、光軸15R、15Lと略直交する方向への同時挿入、非挿入を切り換える駆動回路5R、5Lを、CCDイメージセンサ13R、13Lへの入射光量を所定光量に調整する露光量調整装置8により駆動し、光学部の開口絞りを実質的に不要（開放）としたものである。

【0026】以下、この発明の一実施の形態の詳細を説明する。

【0027】図1はこの発明の一実施の形態の構成を示すブロック図である。

【0028】図1において、ステレオカメラ1が、右側のビデオカメラ（以下、単にカメラまたは右カメラともいう。）1Rと、左側のビデオカメラ（同様に、カメラまたは左カメラともいう。）1Lにより構成されている。左右のカメラ1R、1Lは、図2に示すように、自動車（車両ともいう。）Mのダッシュボード上に予め定めた所定の間隔、いわゆる基線長Dを隔てて設置してある。また、カメラ1R、1Lはダッシュボード上に水平面に対して平行に、かつ車両Mの正面方向にある無限遠点が画像の中心となるように設置してある。さらに、カメラ1R、1Lはダッシュボード上に設置してあるために、カメラ1R、1Lを一体として連結することができ、上述の基線長Dを維持できる。

【0029】また、カメラ1R、1Lは、車両Mのワイパーのワイパー拭き取り範囲内に配置し、かつワイパーが左右にあって同方向に回動する場合には、左右のワイパープレードの始点から同一位置になるように配置することで、ワイパープレードによる遮光位置の変化が左右のカメラ1R、1Lで同一となり、認識対象物体（物体、対象物、対象物体、または、単に、対象ともいう。）の撮像に対してワイパープレードの撮像の影響を少なくすることができる。左右のカメラ1R、1Lの光軸15R、15L（図1参照）は、同一水平面上において平行になるように設定されている。

【0030】図1から分かるように、右と左のカメラ1R、1Lには、光軸15R、15Lに略直交する方向

に、画像情報を有する光ILをとらえる同一の焦点距離Fを有する対物レンズ11R、11Lと、減光フィルタとしてのNDフィルタ組立体12R、12Lと、対物レンズ11R、11Lによって結像された像を撮像するエリアセンサ型のCCDイメージセンサ（撮像素子部）13R、13Lとが配設されている。この場合、それぞれの光学系（光学部ともいう。）とも、例えば、右側の光学系で説明すれば、対物レンズ11R、NDフィルタ組立体12Rを構成する1つのNDフィルタ（後述する。）または素通しの状態およびCCDイメージセンサ13Rは、いわゆる共軸光学系を構成する。

【0031】カメラ1R、1Lには、CCDイメージセンサ13R、13Lの読み出しタイミング、電子シャッタ時間等の各種タイミングを制御したり、CCDイメージセンサ13R、13Lを構成する撮像素子群を走査して得られる光電変換信号である撮像信号を、いわゆる映像信号に変換するための信号処理回路14R、14Lが配設されている。

【0032】左右のカメラ1R、1Lの出力信号、言い換えれば、信号処理回路14R、14Lの出力信号である映像信号は、增幅利得等を調整するCCU2R、2Lを通じて、例えば、8ビット分解能のAD変換器3R、3Lに供給される。なお、実際に、CCU2R、2Lから信号処理回路14R、14Lに対して前記電子シャッタ時間を可変する制御信号が送出される。

【0033】AD変換器3R、3Lによりアナログ信号である映像信号がデジタル信号に変換され、水平方向の画素数768列、垂直方向の画素数240行の画素の信号の集合としての画像信号（以下、必要に応じて、画素データの集合としての画像データともいい、實際上は濃度を基準とする画像信号ではなく輝度を基準とする映像信号データであるので、映像信号データともいう。）としてフレームバッファ等の画像メモリ4R、4Lに格納される。画像メモリ4R、4Lには、それぞれ、Nフレーム（Nコマ）分、言い換えれば、ラスタディスプレイ上の画面N枚分に相当する画面イメージが保持される。一実施の形態においてはNの値として、N=2~6までの値が当てはめられる。2枚以上を保持できるようにしたために、画像の取り込みと対応処理とを並行して行なうことが可能である。

【0034】画像メモリ（画像を構成する画素を問題とする場合には、画素メモリともいう。）4R、4Lは、この実施の形態においては、上記水平方向の画素数×垂直方向の画素数と等しい値の1フレーム分の画素メモリを有するものと考える。各画素メモリ4R、4Lは8ビットのデータを格納することができる。なお、各画素メモリ4R、4Lに格納されるデータは、上述したように、映像信号の変換データであるので輝度データである。

【0035】画像メモリ4R、4Lに格納される画像

は、上述したように1枚の画面イメージ分の画像であるので、これを明確にすることには、必要に応じて、全体画像ともいう。

【0036】右側用の画像メモリ4Rの所定領域の画像データに対して、左側の画像メモリ4Lの同じ大きさの領域の画像データを位置（実際には、アドレス）を変えて順次比較して所定演算を行い、物体の対応領域を求める対応処理装置6が、画像メモリ4R、4Lに接続されている。

【0037】左右の画像メモリ4R、4L中の対象の対応領域（対応アドレス位置）に応じ三角測量法（両眼立体視）に基づいて、対象の相対位置を演算する位置演算装置7が対応処理装置6に接続されている。

【0038】対応処理装置6および位置演算装置7における対応処理・位置演算に先立ち、入力側が画像メモリ4Rに接続される露光量調整装置8の制御により、CCDイメージセンサ13R、13Lに入射される画像情報を有する光ILの露光量が適正化される。

【0039】露光量調整装置8は、画像メモリ4Rの所定領域の画像データに基づいて、口述するルックアップテーブル等を参照して露光量を決定し、CCU2R、2Lの増幅利得と、CCDイメージセンサ13R、13Lの電子シャッタ時間（通常の場合、シャッタ速度と称されるが、単位は時間（具体的には、電荷蓄積時間）であるので、この実施の形態においては電子シャッタ時間という。なお、必要に応じて電子シャッタ速度ともいう。）と、NDフィルタ組立体12R、12Lのうちの所望のフィルタとを、それぞれ、同じ値、同じものに同時に決定する。

【0040】NDフィルタ組立体12R、12Lのうち、所望のNDフィルタが、駆動回路5R、5Lを通じて切り換え選定されるが、この切り換えには、NDフィルタを使用しない場合、いわゆる素通し（必要に応じて、素通しのNDフィルタとして考える。）の場合も含まれる。

【0041】図3は、右側のカメラ1Rに係るNDフィルタ組立体12Rの原理的構成を示している。左側のNDフィルタ組立体12Lも右側のカメラ1Rに係るNDフィルタ組立体12Rと同一の構成であるので、図示を省略する。

【0042】NDフィルタ組立体12Rは、枠体21とスライダ22を有し、この枠体21中を駆動回路5Rを構成するフィルタ切換用モータ25の回転によりリンク26を通じて矢印PあるいはQ方向にスライダ22が駆動する。スライダ22には、CCU2Rの出力信号に換算して利得を18dB低下させるNDフィルタ23と、36dB低下させるNDフィルタ24とが配設されている。

【0043】図3A中、記号「+」で表す箇所が光軸15Rであり、スライダ22が図示の位置にあるとき、光

ILは、減光されないでそのまま通過する。上述したように、減光量が0dBの仮想的な素通しのNDフィルタが光軸15Rに対して挿入されていると考えることもできる。

【0044】スライダ22が図3Bに示す状態にあるとき、光路上に、すなわち光軸15R上に光量を18dB減光するNDフィルタ23が配置され、図3Cに示す状態にあるとき、光軸15R上に光量を36dB減光するNDフィルタ24が配置されることになる。したがって、この実施の形態において、NDフィルタは、0dB、-18dB、-36dBの3段階にステップ的（階段的、段階的）に切り換えられるようになっている。

【0045】次に、上記実施の形態の動作および必要に応じてさらに詳細な構成について説明する。

【0046】図4は、三角測量の原理説明に供される、対象物体Sを含む情景を左右のカメラ1R、1Lにより撮像している状態の平面視的図を示している。対象物体Sの相対位置をRPで表すとき、相対位置RPは、既知の焦点距離FからのZ軸方向（奥行き方向）の距離Zdと右カメラ1RのX軸方向（水平方向）中心位置からの水平方向のずれ距離DRとによって表される。すなわち、相対位置RPがRP=RP(Zd, DR)で定義されるものとする。もちろん、相対位置RPは、既知の焦点距離Fからの距離Zdと左カメラ1LのX軸（水平方向）中心位置からの水平方向のずれ距離DLとによって表すことができる。すなわち、RP=RP(Zd, DL)と表すことができる。

【0047】図5Aは、右側のカメラ1Rによって撮像された対象物体Sを含む画像（右画像または右側画像ともいう。）IRを示し、図5Bは、左側のカメラ1Lによって撮像された同一対象物体Sを含む画像（左画像または左側画像ともいう。）ILを示している。これら画像IRと画像ILとがそれぞれ画像メモリ4Rおよび画像メモリ4Lに格納されていると考える。右側画像IR中の対象物体画像SRと左側画像IL中の対象物体画像SLとは、画像IR、ILのX軸方向の中心線35、36に対してそれぞれ視差dRと視差dLとを有している。対象物体画像SRと対象物体画像SLとは、エピポラーラーライン（視線像）EP上に存在する。対象物体Sが無限遠点に存在するとき、対象物体画像SRと対象物体画像SLとは、中心線35、36上の同一位置に撮像され、視差dR、dLは、dR=dL=0になる。

【0048】なお、CCDエリアセンサ13R、13L上における図4に示す視差dR、dLとは、画像IR、IL上の図5に示す視差dR、dLとは極性が異なるが、CCDエリアセンサ13R、13Lからの読み出し方向を変えることで同一極性とすることができる。光学部に配設するレンズの枚数を適当に設定することによりCCDエリアセンサ13R、13L上における視差dR、dLと画像IR、IL上の視差dR、dLの極性と

を合わせることもできる。

【0049】図4から、次の(1)式～(3)式が成り

$$DR : Zd = dR : F$$

$$DL : Zd = dL : F$$

$$D = DR + DL$$

これら(1)式～(3)式から距離Zdとずれ距離DRとずれ距離DLとをそれぞれ(4)式～(6)式で求め

$$Zd = F \times D / (DR + DL)$$

$$DR = dR \times D / (dL + dR)$$

$$DL = dL \times D / (dL + dR)$$

これら位置情報である距離Zdとずれ距離DRとずれ距離DLとをクラスタリングして、対象物体Sについての識別符号としての、いわゆるアイディ( ID : Identification)を付けることで、車両追従装置等への応用を図ることができる。

【0052】なお、実際上の問題として、CCDイメージセンサ13R、13Lの実効1画素の物理的な大きさの測定や焦点距離Fの測定は困難であるため、比較的正確に測定可能な画角を利用して距離Zd、ずれ距離D

$$Zd = N \times D / (2(NL + NR)) \tan(\theta/2)$$

$$DR = NR \cdot D / (NL + NR)$$

$$DL = NL \cdot D / (NL + NR)$$

ここで、水平画角 $\theta$ は測定可能な値であり、水平方向画素数N(この実施の形態では、上述したようにN=768)は予め定められており、視差dR、dLに対応する画素数NRおよびNLも取り込んだ画像から分かる値である。

【0055】次に、上述の画像の取り込みからIDを付けるまでの過程をフローチャートを利用して全体的に説明すれば、図6に示すようになる。

【0056】すなわち、AD変換器3R、3Lから出力される映像信号データがそれぞれ画像メモリ4R、4Lに取り込まれて格納される(ステップS1)。

【0057】ステップS1に続いて、画像メモリ4Rに記憶されたある領域の画像に対応する画像を画像メモリ4Lから求め、いわゆる画像の左右の対応を取る(ステップS2)。

【0058】対応を取った後、カメラ1R、1Lにおける視差dR、dLを求め、位置情報に変換する(ステップS3)。

【0059】その位置情報をクラスタリングし(ステップS4)、IDを付ける(ステップS5)。

【0060】位置演算装置7の出力である、IDの付けられた出力は、本発明の要部ではないので、詳しく説明しないが、図示していない、例えば、道路・障害物認識装置等に送出されて自動運転システムを構成することができる。この自動運転システムでは、運転者に対する警告、自動車(ステレオカメラ1を積んだ自車)Mの衝突回避、前走車の自動追従等の動作を行うことができる。

【0061】この実施の形態において、上述の左右の画

立つことが分かる。

【0050】

…(1)

…(2)

…(3)

ることができる。

【0051】

…(4)

…(5)

…(6)

R、DLを求める。

【0053】すなわち、例えば、カメラ1R、1Lの水平画角を $\theta$ 、カメラ1R、1Lの水平方向の実効画素数(画像メモリ4R、4Lの水平画素数に等しい画素数)をN、視差dR、dLに対応する画像メモリ4R、4L上の画素数をNR、NLとすると、次に示す(7)式～(9)式から距離Zdとずれ距離DRとずれ距離DLとをそれぞれ求めることができる。

【0054】

…(7)

…(8)

…(9)

像の対応を取るステップS2では、いわゆる特徴に着目した方法ではなく、基本的には、従来技術の項で説明した画像中の領域に着目する方法を採用している。

【0062】すなわち、エッジ、線分、特殊な形など何らかの特徴を抽出し、それらの特徴が一致する部分が対応の取れた部分であるとする特徴に着目する方法は、取り扱う情報量が低下するので採用せず、一方の画像、この実施の形態では、右画像1Rから対象物体画像SRを囲む小領域、いわゆるウィンドウを切り出し、この小領域に似た小領域を他方の左画像Iから探すことにより対応を決定する方法を採用している。

【0063】この実施の形態において採用した画像中の領域に着目する方法では、2枚の画像IL、IR上において同一対象物体Sの対応を探る技術として、一方の画像上に適当なサイズのウィンドウを設定し、他方の画像においてこのウィンドウに対応する領域を求めるために、他方の画像に前記ウィンドウと同一サイズの領域を設定する。

【0064】次に、両画像上の各ウィンドウ内の画像(単に、ウィンドウ画像ともいう。)を構成する対応する各画素(詳しく説明すると、ウィンドウ画像中のマトリクス位置が対応する各画素)についての画素データ値、すなわち、輝度値を引き算して差を得、さらに輝度差の絶対値を得る。

【0065】そして、各対応する画素についての輝度差の絶対値の前記ウィンドウ内の和、いわゆる総和を求める。

【0066】この総和を左右画像の一致度(対応度とも

いう。)  $H$  と定義する。このとき、右画像  $I_R$  と左画像  $I_L$  のウィンドウ内の対応座標点  $(x, y)$  の輝度(画素データ値)をそれぞれ  $I_R(x, y)$ 、 $I_L(x, y)$  とし、ウィンドウの横幅を  $n$  画素( $n$  は画素数)、

$$H(x, y) = \sum (j=1 \rightarrow m) \sum (i=1 \rightarrow n) |I_d| \dots (10)$$

ここで、

$$|I_d| = |I_R(x+i, y+j) - I_L(x+i+d_x, y+j)|$$

である。記号  $\sum (i=1 \rightarrow n)$  は、 $|I_d|$  についての  $i=1$  から  $i=n$  までの総和を表し、記号  $\sum (j=1 \rightarrow m)$  は、 $\sum (i=1 \rightarrow n) |I_d|$  の結果についての  $j=1$  から  $j=m$  までの総和を表すものとする。

【0068】この(10)式から、一致度  $H$  が小さいほど、言い換れば、輝度差の絶対値の総和が小さいほど、左右のウィンドウ画像が良く一致していることが分かる。

【0069】この場合、分割しようとするウィンドウ、すなわち小領域の大きさが大きすぎると、その領域内に相対距離  $Z_d$  の異なる他の物体が同時に存在する可能性が大きくなつて、誤対応の発生する可能性が高くなる。一方、小領域の大きさが小さすぎると、誤った位置で対応してしまう誤対応、あるいは、ノイズを原因とする誤対応が増加してしまうという問題がある。本発明者等は、種々の実験結果から、最も誤対応が少なくなる小領域の大きさは、横方向の画素数  $n$  が  $n=7 \sim 9$  程度、縦方向の画素数  $m$  が  $m=12 \sim 15$  程度の大きさであることをついた。

【0070】図7と図8は、対応処理装置6において一致度  $H$  を求める対応計算を行う際の領域の動かし方の概念を示している。

$$NL + NR = (N \times D) / \{Z_d \times 2 \times \tan(\theta/2)\} = (768 \times 0.5) / (5 \times 2 \times \tan 20^\circ) \dots (11)$$

このことは、右画像  $I_R$  中、 $X=0$  (左端) の位置に撮像された対象が、かならず、左画像  $I_L$  のずらし量  $d_x = 0 \sim 127$  に対応する0番目の画素位置から127番目の画素位置内に撮像されていることを意味する。したがつて、 $X$  座標値(変移位置ともいう。)  $X=0$  を基準とする原領域31内の撮像対象は、左画像  $I_L$  の  $X$  座標値  $X=0$  を基準として、ずらし量  $d_x = 0 \sim 127$  の範囲に撮像されていることを意味する。同様にして右画像  $I_R$  の  $X$  座標値  $X=640-n$  を基準とする原領域31内の撮像対象は、左画像  $I_L$  の  $X$  座標値  $X=640-n$  を基準として、ずらし量  $d_x = 0 \sim 127$  の範囲に撮像されていることになる。

【0074】このとき、検索領域32の最右端の画素が  $X$  座標値  $X=640+n+127=767$  (768番目) の最右端の画素になるので、それ以上、右画像  $I_R$  の原領域31を右方向にずらすことは、一般に、無意味である。右画像  $I_R$  中、 $X$  座標値  $X=640-n$  より右側の撮像対象は、左画像  $I_L$  に撮像されないからである。しかし、遠方の画像については対応がとれるため、

縦幅を  $m$  画素( $m$  は画素数)とするとき、ずらし量を  $d_x$  (後述する) とすれば、一致度  $H$  は、次の(10)式により求めることができる。

【0067】

$$H(x, y) = \sum (j=1 \rightarrow m) \sum (i=1 \rightarrow n) |I_d| \dots (10)$$

【0071】図7に示すように、対応を取る元となる右画像  $I_R$  上の所定領域(小領域または原領域ともいう。)31は、 $X$  軸方向左端位置から右へ1画素ずつ640画素分移動していき、対応を取られる左画像  $I_L$  の所定領域(小領域または検索領域ともいう。)32は、右画像  $I_R$  の原領域31の左端位置に対応する位置(以下、原領域31の水平方向の変移位置という。)から対応計算を行い、ずらし量  $d_x$  を右方向にエピポラーライン  $E_P$  上を  $0 \sim$  最大  $127$  画素分だけ1画素ずつ移動させて対応計算を行うようしている。最大  $127$  画素のずれが有効な一致度  $H$  の計算は、合計で  $(640-n) \times 128$  回行われる。

【0072】なお、 $128$  画素分に限定する理由は、出力結果を利用する側の要求から水平画角  $\theta$  が  $\theta=40^\circ$  、最短の距離  $Z_d$  が  $Z_d=5m$  、使用できるステレオカメラ1(カメラ1Rとカメラ1L)の水平方向の画素数  $N$  が  $N=768$  、設置できる基線長  $D$  が  $D=0.5m$  から、下記の(11)式に当てはめると、 $NL + NR = 105$  画素となり、ハードウェアにおいて都合のよい2の累乗でこれに近い値の  $2=128$  を選んだからである。

【0073】

$$NL + NR = (N \times D) / \{Z_d \times 2 \times \tan(\theta/2)\} = (768 \times 0.5) / (5 \times 2 \times \tan 20^\circ) \dots (11)$$

有意なこともあるので、本発明においては、対応すべき画像のない部分の画素については8ビットの最大値255があるものとして一応計算を行なっている。メモリや計算時間を節約するためには  $X$  座標値  $X=640-n$  まで打ち切ることが有効である。

【0075】そこで、図8のフローチャートに示すように、まず、右画像  $I_R$  中の  $X$  座標値  $X=0$  を変移位置とする原領域31を取り出し(ステップS11)、左画像  $I_L$  の検索領域32のずらし量  $d_x$  を  $d_x=0$  に設定する(ステップS12)。

【0076】次に、ずらし量  $d_x$  が  $d_x=127$  を超える値であるかどうか、すなわち  $d_x=128$  であるかどうかを判定する(ステップS13)。

【0077】この判定が否定的であるときには、対応度  $H$  の計算をするために、左画像  $I_L$  の検索領域(小領域)32分の画素データを取り出す(ステップS14)。

【0078】次いで、小領域31と小領域32の各画素の差の絶対値の総和、すなわち、(10)式に示す一致

度Hを求め記憶する(ステップS15)。

【0079】次に、ずらし量 $d_x$ を $d_x \rightarrow d_x + 1$ (この場合、 $d_x = 1$ )として1画素分増加する(ステップS16)。

【0080】このとき、ステップS13の判定は成立しないので、次に、ずらし量 $d_x = 1$ を基準に検索領域32を取り出し(再び、ステップS14)、このずらし量 $d_x = 1$ 基準の検索領域32とX座標値(変移位置ともいう。)XがX=0の原領域31とで一致度Hを計算して記憶する(再び、ステップS15)。

【0081】同様にして、ずらし量 $d_x$ が $d_x = 128$ になるまで(ステップS13の判定が成立するまで)X座標値X=0の原領域31についての一致度Hを計算する。

【0082】ステップS13の判定が肯定的であるとき、すなわち、X座標値XがX=0の原領域31について計算した一致度Hのうち、負のピーク値である最小値 $H_{min}$ とその近傍の値を求め、記憶しておく(ステップS17)。

【0083】次に、繁雑になるので、図8のフローチャート中には記載しないが、右画像IR中の変移位置X=1~767(または640-n)まで、上述のステップS11~17を繰り返し、各変移位置Xにおける右画像IRの原領域31に最も対応する左画像ILの検索領域32を検出する。

【0084】図9は、図7の動作説明図、図8のフローチャートに基づいて、一致度Hの計算等を行う対応処理装置6の詳細な構成を示すブロック図である。

【0085】図9中、スキャン座標生成部61において、対応処理を行おうとする右画像IRに対する原領域

$$I_{out} = I_{in} \times (\cos \phi)^4$$

但し、 $\phi$ :入射光の傾きの角度

なお、この実施の形態においては、後に詳しく説明するように、NDフィルタ組立体12Rを使用しているので、いわゆる機械的な開口絞りは設けておらず、したがって、開口絞りの開口径の変化を原因とする口径食に基づくシェーディングの変化はない。实际上、シェーディング補正データは、CCDイメージセンサ13R、13Lも含めて、基準となる明度の被写体を測定することで得ることができる。カメラ1R、1Lで得られた画像データをシェーディング補正データで補正することにより、図10の理想的レンズの場合の透過強度特性71が得られる。このシェーディング補正データが補正テーブル63に格納されている。

【0092】対応処理装置6により一致度Hを計算する相関演算の際には、対応を取る領域の原領域31と検索領域32とは、上述したようにエピポラーラインEP上を水平方向に移動させる必要がある。したがって、対応する原領域31と検索領域32の明るさ(輝度)が、上述のシェーディングを原因として左右の画像IR、IL上

31と左画像ILに対する検索領域32の座標(上述の図7に示す変移位置Xとずらし量 $d_x$ およびエピポラーラインEPのY座標値)が生成される。

【0086】このスキャン座標生成部61で生成された座標に基づいて、画像メモリ4R、4Lから読み出す小領域のアドレスを画像メモリアドレス生成部64により生成する。

【0087】さらにスキャン座標生成部61で生成された座標に基づいて、詳細を後述する補正テーブル63から補正データ(補正情報)を読み出すための補正テーブルアドレスが補正テーブルアドレス生成部62で生成される。

【0088】画像メモリ4R、4Lから読み出された画像データに基づく一致度Hの計算、いわゆる相関演算が相関演算部65で行われ、相関演算結果が相関メモリ67に記憶される。また、ずらし量 $d_x$ に対応して相関演算結果のピーク値、すなわち一致度Hの最小値 $H_{min}$ 等がピーク値検出部66により検出され、検出されたピーク値がピーク値メモリ68に記憶される。

【0089】補正テーブル63に格納される補正データは、いわゆるシェーディング補正のためのデータである。

【0090】すなわち、図10に示すように、理想的レンズの透過強度特性71に比較して実際のレンズ11の場合には、透過強度特性72に示すように、レンズ11の中心、すなわち、光軸15R、15Lからの距離に応じて周辺光量(透過強度)が低下する、いわゆるコサイン4乗則による強度低下が発生する。コサイン4乗則は、入射強度を $I_{in}$ 、出射強度を $I_{out}$ とすると、周知のように、次の(12)式により得られる。

【0091】

$$\cdots (12)$$

で異なってしまうため、シェーディング補正は重要である。

【0093】上述したように、スキャン座標生成部61で生成された対応を取るべき座標に基づいて、補正テーブルアドレス生成部62により生成された指定アドレスにより補正テーブル63からシェーディング補正データ(補正情報)を読み出し、画素の画像情報(輝度情報)に乘算してシェーディング補正後の画像データを得ることができる。補正乗数Cは、画像メモリ4R、4Lの各画素位置毎に、固定小数点の8ビット(整数部1ビット、小数部7ビット)で持っている。なお、画像情報が対数的に変化する場合には、符号付き整数の加算を行うことで補正が可能であることはいうまでもない。

【0094】ここで、本発明の要部に係る減光機能を制御する露光量調整装置8に係る動作を説明する。

【0095】露光量調整装置8は、この実施の形態において、右画像IR中の原領域31を構成する画素データを平均し、その値が、所定の範囲、この実施の形態においては、画素データが8ビットデータであるので256

階調あり、その中央付近の80～160階調の間に入るよう、図11Aおよび図11Bに示すルックアップテーブルである露光量設定テーブル（合成利得設定テーブルともいう。）8Aおよび8Bを参照して、合成利得AS [dB]を決定する。合成利得ASを決定することにより、CCU2R、2Lの増幅利得a1 [dB]と、CCDイメージセンサ13R、13Lの電子シャッタ時間（正確には、電子シャッタ時間を図11A、Bの（ ）中に示す利得に換算した等価的な利得 [dB]）a2と、NDフィルタ組立体12R、12Lに係る光量低下利得a3 [dB]とが自動的に決定される。

【0096】たとえば、周囲の明るさが明から暗に変化する正午を超える夕方時から午前0時まで等においては、図11Aに示す露光量設定テーブル8Aを参照する。例として、合成利得ASがAS=-18dBに選定された場合には、CCU2R、2Lの増幅利得a1が共にa1=0dBに設定され、CCDイメージセンサ13R、13Lの電子シャッタ時間a2が1/500秒（利得換算では-18dB）に設定され、NDフィルタ組立体12R、12Lが、それぞれ、素通し（図3A）の状態（利得換算では、光量低下利得a3=0dB）に設定される。

【0097】この場合、夕方時においては、周囲の明るさが徐々に暗くなることから、映像信号の振幅を増加させるために合成利得ASを時間の経過に応じて徐々に大きくする方向に変化させる必要があるが、明から暗時用の露光量設定テーブル8Aを参照して合成利得ASを設定した場合には、合成利得ASをAS=-18dBから大きくする場合に電気的に切換可能な電子シャッタ時間a2と増幅利得a1のみを大きくすれば済むように設定しているので、機械的に作動するNDフィルタ組立体12R、12Lを切り換える作業が不要となり（上例では、素通しのまま）、信頼性が向上し、かつその作動に伴う騒音等の発生を少なくすることができるという効果が達成される。

【0098】なお、実際上、正午時等においては、周囲の明るさが6dB変化することは希であり、明るさが変化しない時刻においても、当然、NDフィルタ組立体12R、12Lの作動が最小限になる。

【0099】同様に、例えば、明け方時等においては、周囲の明るさが徐々に明るくなることから、映像信号の振幅を減少させるために合成利得ASを小さくする方向に変化させる必要があるが、図11Bの暗から明時に係る露光量設定テーブル8Bを参照して合成利得ASを、例えば、当初、合成利得AS=-18dBに設定した場合には、駆動回路5R、5Lを通じてフィルタ切換用モータ25が回転され、利得を18dB低下させるNDフィルタ23が光軸15Rに設定された後、合成利得ASがAS=-30dBから-36dBに変化する時点でのみ1回だけNDフィルタ組立体12R、12Lが作動さ

れる。このように、この実施の形態では、明から暗時への変化用の露光量設定テーブル8Aと、暗から明時への変化用の露光量設定テーブル8Bとを備え、周囲の明るさが明るくなっている場合と暗くなっている場合とでは組み合わせを変え、NDフィルタ組立体12R、12Lの利得切り換えにさしかかる明度変化ではNDフィルタ組立体12R、12Lが繁雑に作動しないように工夫している。

【0100】ステップ的に3段階（0dB、-18dB、-36dB）に変化する減光機構であるNDフィルタ組立体12R、12Lを採用することにより、従来技術のように、開口絞りを連続的にフィードバック制御する必要がなくなるという利点が得られる。

【0101】また、開口絞りを使用していないので、絞りの変化による上述のシェーディング量の変化が一定になる、言い換えれば、絞りの変化による周辺光量の増減がなくなることから、補正テーブル63に準備しておくシェーディング補正データも1種類でよくなる。したがって、補正值を絞りに応じて変化させる必要がなくなり、メモリ素子等のトータル的な資源の減少および演算時間を短くすることができるという利点も得られる。

【0102】すなわち、この実施の形態によれば、光学的絞りが、実際上、実質的に開放状態となり、周辺光量の変化の割合は一定になる。開口絞りは不要となり、その分、機構を簡単にすることができる。

【0103】さらに、レンズ11R、11Lの口径を、常に、最大限に使用することができるため、レンズ11R、11Lの前方（被写体側）に配される光学ガラスに付着した汚れやごみを原因とする画像上の影響を低減できる。すなわち、開口絞りを使う場合に、例えば、日中には、絞りが絞りこまれることから被写体深度が深くなり、汚れやごみ等が画像上に雜音としてはっきり写ってしまい、誤対応が発生する可能性が大きくなるが、このような問題をNDフィルタ組立体12R、12Lの利用により未然に回避することができる。

【0104】次に、図12は、図6、図7を参照して説明した一致度Hを求めるための相関演算部65の詳細な構成を示している。

【0105】この相関演算部65は、基本的には、第1～第4の演算ブロック81～84を有する、いわゆるパイプライン方式的処理である並列処理方式を採用している。

【0106】理解の容易化のために、まず、パイプライン方式的処理を考慮しないで、具体的には、FIFOメモリ65iが存在しないものとして、第1の演算ブロック81のみで、図6、図7を参照して説明した一致度Hを求めるための動作について説明する。そして、上述のように、誤対応が最も少なくなるそれぞれの小領域（原領域31と検索領域32）の大きさとしては、横方向の画素数nがn=7～9画素程度、縦方向の画素数mがm

=12~15画素程度であるが、ここでは、理解を容易にするために、n=4、m=5として説明する。

【0107】図13は、このような前提のもとでの、エビポラーラインEP上に乗る仮想的な右画像データIr dの例を示している。原領域31の対象となる全画素データ数は、m×640=5×640箇であるものとする。

【0108】図14は、同様に、エビポラーラインEP上に乗る仮想的な左画像データI1 dの例を示している。検索領域32の対象となる全画素データ数は、m×768=5×768箇であるものとする。

【0109】図12において、画像メモリ4Rから端子85を通じて原領域31の右画像データIr dが乗算器65jの一方の端子に供給され、画像メモリ4Iから端子86を通じて検索領域32の左画像データI1 dが乗算器65kの一方の端子に供給される。

【0110】乗算器65j、乗算器65kの他方の端子には、補正テーブル63からそれぞれ端子87、88を通じてシェーディング補正データが供給され、シェーディング補正後の右画像データIr dが減算器65aの被減算入力端子に供給され、シェーディング補正後の左画像データI1 dが減算器65aの減算入力端子に供給される。

【0111】一般的に説明すると、減算器65aでは、縦方向の左右の画素データの差を取り、その差の絶対値が絶対値演算器65bで取られる。加算器65cは、縦方向の左右の画素データの差の絶対値の和を取るとともに、ラッチ65dにラッチされている前例の縦方向の左

$$\Sigma \textcircled{1} = |A1 - a1| + |A2 - a2| + |A3 - a3| + |A4 - a4| + |A5 - a5| \quad \dots (13)$$

この1列目の左右の画素データの差の絶対値の和Σ1が、最初のメモリ65e1に格納された後、ラッチ65dは、端子89から供給される制御信号によりリセットされる。

【0117】このようにして、ずらし量dxの値がdx=0での小領域31、32間での全ての1回目の計算が終了する4列(4=n)5行(5=m)目の演算終了後のラッチ65dに格納されるデータ値とFIFOメモリ

$$H0 = \Sigma \textcircled{1} + \Sigma \textcircled{2} + \Sigma \textcircled{3} + \Sigma \textcircled{4}$$

次に、5列5行目の演算終了後の図15に対応する図を図16に示す。図16から分かるように、ずらし量dxの値がdx=0の場合の検索領域32に対する一致度H0が出力端子90に現れる。

【0120】この場合、加算器65fの出力側には、5

$$H1 = \Sigma \textcircled{2} + \Sigma \textcircled{3} + \Sigma \textcircled{4} + \Sigma \textcircled{5}$$

ここで、実際の領域15×15を水平方向にx=0~639まで移動し、ずらし量dxをdx=128までの各一致度Hを求める際に、この実施の形態では、原領域31の左画像IL上で1画素分右にずらした位置での対応度Hを求めるとき、左端の縦方向の和(上例ではΣ1)を減じて右に加わる新たな列の縦方向の和(上例で

右の画素データの差の絶対値の和を加算する。

【0112】FIFOメモリ65eには、横方向の画素数nに対応するn段分、この実施の形態では、当該列の分を除いて左側(前側)に4(=n)列分の縦方向の左右の画素データの差の絶対値の和が保持される。すなわち、この実施の形態において、FIFOメモリ65eは、最初(入力側)のメモリ65e1~最後(出力側)のメモリ65e4までの4段ある。

【0113】具体的に説明すると、1回目の演算(1列1行目)で加算器65cの出力側には、1列1行目の左右の画素データの差の絶対値|A1-a1|が現れ、かつ、この値|A1-a1|がラッチ65dに保持される。

【0114】2回目の演算(1列目2行目)で1列2行目の左右の画素データの差の絶対値|A2-a2|とラッチ65dに保持されているデータ|A1-a1|との和、すなわち、|A2-a2|+|A1-a1|が加算器65cの出力側に現れる。

【0115】したがって、5回目の演算後には、次の(13)式に示す1列目の左右の画素データの差の絶対値の和(データ)Σ1(以下、2列目以降を順次、Σ2、Σ3、Σ4、…Σ641とする。)が加算器65cの出力側に現れ、この和Σ1は、ラッチ65dに保持される。また、このデータΣ1は、FIFOメモリ65eの最初のメモリ65e1に格納される。

【0116】

$$\dots (13)$$

65eに格納されるデータ値とラッチ65hに格納されるデータ値等を図15に模式的に示す。

【0118】図15において、ずらし量dxの値がdx=0の場合における次の(14)式に示す最初に求められる一致度H0が加算器65gの出力側に現れている点に留意する。

【0119】

$$\dots (14)$$

列目のデータΣ5と1列目のデータΣ1との差Σ5-Σ1が現れるので、加算器65gの出力側には、ずらし量dxの値がdx=1の場合の検索領域32に対する次の(15)式に示す一致度H1が現れることになる。

【0121】

$$\dots (15)$$

はΣ5)を加えるようにしているので、演算回数を15×640×128=1,228,800回にすることができる。すなわち、小領域の横方向の幅(画素数)は計算時間に無関係になる。

【0122】もし、上例のように演算しなくて、15×15の小領域を移動させこの小領域毎に各領域を構成す

る画素データの差を取って、一致度Hを、水平方向X=0~639までずらし量d xを128まで計算することになると、演算回数は $15 \times 15 \times 640 \times 128 = 18,432,000$ 回となり、最も演算時間のかかる絶対値演算器65bの1回の演算時間を100nsで実行した場合でも、総演算時間が1843msかかることになる。これに対して上例では、総演算時間を123msであり、約1/15に低減することができる。

【0123】しかし、この総演算時間123msは、NTSC方式のフレームレートである33msより大きいので、フレームレート毎に、言い換れば、1画面毎に一致度Hを計算する場合には、総演算時間123msを約1/4以下の時間にする必要がある。

【0124】そこで、この実施の形態では、図12に示したように、第1演算ブロック81と同一構成の第2~第4演算ブロック82~84を設け、縦方向の画素数mと同数の FIFOメモリ65iを直列に接続している。

【0125】この場合、簡単のために、図13、図14と同じ画像データを利用してパイプライン方式的処理動作を説明すれば、最初に、第1~第2演算ブロック81、82を構成するFIFOメモリ65eを通じて、第3の演算ブロック83を構成するFIFOメモリ65iに1列目の画素データa1~a5までを転送する。したがって、この転送時点で、第2の演算ブロックを構成するFIFOメモリ65iには2列目の画素データb1~b5が転送され、第1の演算ブロックを構成するFIFOメモリ65iには3列目の画素データc1~c5が転送される。

【0126】次に、次の4列目の画素データd1~d5を第1演算ブロック81のFIFOメモリ65iに順次転送したとき、第4演算ブロック84では右1列目の画素データA1~A5と左1列目の画素データa1~a5に関連する上述の演算が行われ、第3演算ブロック83では右1列目の画素データA1~A5と左2列目の画素データb1~b5に関連する上述の演算が行われ、第2演算ブロック82では右1列目の画素データA1~A5と左3列目の画素データc1~c5に関連する上述の演算が行われ、第1演算ブロック81では右1列目の画素データA1~A5と左4列目の画素データd1~d5に関連する上述の演算が行われる。

【0127】次いで、右2列目の画素データB1~B5の転送に同期して次の左5列目の画素データe1~e5を第1の演算ブロック81のFIFOメモリ65iに順次転送したとき、第4演算ブロック84では右2列目の画素データB1~B5と左2列目の画素データb1~b5に関連する演算が行われ、第3演算ブロック83では右2列目の画素データB1~B5と左3列目の画素データc1~c5に関連する演算が行われ、第2演算ブロック82では右2列目の画素データB1~B5と左4列目の画素データd1~d5に関連する演算が行われ、第1

演算ブロック81では右2列目の画素データB1~B5と左5列目の画素データe1~e5に関連する上述の演算が行われる。

【0128】このようにして、次に、右3列目の画素データC1~C5の転送に同期して次の左6列目の画素データf1~f5を順次同期して転送するようにすれば、第4演算ブロック84では、ずらし量d xがd x=0、d x=4、……についての一致度Hを計算でき、同様に、第3の演算ブロック83では、ずらし量d xがd x=1、d x=5、……についての一致度Hを計算でき、第2の演算ブロック82では、ずらし量d xがd x=2、d x=6、……についての一致度Hを計算でき、第1の演算ブロック81では、ずらし量d xがd x=3、d x=7、……についての一致度Hを同時に計算することできる。

【0129】このように、パイプライン方式的処理の4並列にすれば、演算時間を約1/4に低減することができる。なお、上述の説明から理解できるように、第4演算ブロック84中のFIFOメモリ65iは不要である。

【0130】この場合、図12例の4並列による動作によれば、1フレームレートで1フレームの画像についての640点の距離情報が求まり、左画像ILの横768画素×縦15画素の帯領域の処理が完了するが、これは1画像領域が768×240画素であることを考えると、全画像領域の1/16になる。

【0131】なお、左右のカメラ1R、1Lの上下方向の取付位置がずれた場合等を想定した場合には、当初のエピポラーラインEP上に対応する対象物画像が存在しなくなる場合も考えられる。この場合、図示はしないが、例えば、図9の対応処理装置6の構成を4並列にし、画像の縦方向の処理を4並列にすることにより、横768画素、縦15画素の帯領域4つをフレームレートで処理することが可能となる。この場合に、領域が重ならないようにすることで、最大127画素のずれまで検出できる距離情報を1フレームレートで(640-n)×4点出力できる。

【0132】図12例の相関演算部65の処理により、1本のエピポラーラインEP上における右画像1R中の640個の原領域31のそれぞれに対して、ずらし量d xがd x=0~127の検索領域32についての128個の一致度Hが演算され、この演算結果の一致度Hが、相関メモリ67に格納される。

【0133】また、1個の原領域31、すなわち、各変位位置Xに対する128個の検索領域32のうち、一致度Hが最小値となる値(ピーク値ともいう。)をピーク値検出部66で検出し、検出したピーク値(最小値)H<sub>min</sub>を、そのときの変位位置Xとずらし量d xに対応させてピーク値メモリ68に記憶する。ピーク値メモリ68は、一致度Hのピーク値(最小値)記憶テーブルと

して機能する。

【0134】変移位置Xとずらし量 $d_x$ をアドレスとして一致度Hが記憶されている相関メモリ67と、その最小値としてのピーク値 $H_{min}$ が記憶されているピーク値メモリ68が位置演算装置7に接続されている。

【0135】位置演算装置7は、一致度Hとそのピーク値 $H_{min}$ とを参照し、図17に示すフローチャートに基づいて、対象物体Sの3次元空間での位置Pを求める。

【0136】変移位置Xが所定の変移位置である $X=X_p$ の原領域31についての位置Pの算出方法について説明する。

【0137】まず、所定の変移位置 $X_p$ の原領域31に

$$Q = \min \{ H_{min-2} / H_{min}, H_{min+2} / H_{min} \} \quad \dots (16)$$

この(16)式は、ピーク値 $H_{min}$ に対する、これから2つ隣の一致度 $H_{min-2}, H_{min+2}$ の大きさの各比のうち、最小値を取ることを意味する。

【0141】そして、この谷の深さQが所定の閾値 $TH$ 以上の値であるかどうか( $Q \geq TH$ )を判定し(ステップS24)、所定の閾値 $TH$ 以上の値である場合には、ピーク値 $H_{min}$ であり、ずらし量 $d_{xmin}$ の検索領域32が所定の変移位置 $X_p$ の原領域31に対応する領域であると同定して次のステップS25に進む。

【0142】一方、ステップS24の結果が否定的である場合には、ピーク値 $H_{min}$ であり、ずらし量 $d_{xmin}$ の検索領域32が所定の変移位置 $X_p$ の原領域31に対応する領域ではないと判断して、次の変移位置 $X_p+1$ の原領域31に対する対応する検索領域32を求める処理が全て終了したかどうかを判定し(ステップS28)、全ての変移位置Xに対応する処理が終了していない場合には、そのステップS21～S24の処理を繰り返す。

【0143】この実施の形態において、一致度Hのピーク値 $H_{min}$ を変移位置 $X_p$ の原領域31に対応する検索領域32であると直ちに同定しないで、その近傍を見て(ステップS22)、その谷の深さQを計算し(ステップS23)、その谷の深さQが所定の閾値 $TH$ 以上の場合にのみ、一致度Hのピーク値 $H_{min}$ が得られるず

$$ds = d_{xmin} - \{ (H_{min-1} - H_{min+1}) / (2 \cdot (H_{min} - H_{min+1})) \} \quad \dots (17)$$

$H_{min-1} = H_{min+1}$ の場合、

$$ds = d_{xmin} \quad \dots (18)$$

$H_{min-1} > H_{min+1}$ の場合、

$$ds = d_{xmin} + \{ (H_{min+1} - H_{min-1}) / (2 \cdot (H_{min} - H_{min-1})) \} \quad \dots (19)$$

この(17)式～(19)式の補間式を用いて真のピーク位置 $ds$ を求めた場合には、補間しない場合に比較して、位置精度が3倍向上することを実験的に確認するこ

ついての一致度Hについての、ピーク値 $H_{min}$ と、そのときのずらし量 $d_x$ (このずらし量 $d_x$ をずらし量 $d_{xmin}$ と呼ぶ)をピーク値メモリ68から取り込む(ステップS21)。

【0138】次に、このずらし量 $d_{xmin}$ の近傍の左右各2個の一致度H、すなわち、ずらし量 $d_x$ がずらし量 $d_{xmin}$ より3つ少ないずれ量 $d_{xmin-2}$ および3つ多いずれ量 $d_{xmin+2}$ の各位置における一致度 $H_{min-2}, H_{min+2}$ を取り込む(ステップS22)。

【0139】次に、次の(16)式に基づいて谷の深さ(ピーク深さともいう。)Qを求める(ステップS23)。

【0140】

$$Q = \min \{ H_{min-2} / H_{min}, H_{min+2} / H_{min} \} \quad \dots (16)$$

ずらし量 $d_{xmin}$ の検索領域32が、変移位置 $X_p$ の原領域31に対応する検索領域32であると同定する理由は、雑音の混入または画像IR, ILの被写体の画像濃度が一様である場合等に、一致度Hのピーク値 $H_{min}$ が得られる。ずらし量 $d_{xmin}$ の検索領域32が、変移位置 $X_p$ の原領域31に必ずしも対応するとは限らないからである。

【0144】すなわち、ずらし量 $d_{xmin}$ の位置の近傍領域を考慮して、谷の深さQが、所定の閾値 $TH$ より小さいものは、対応がよく取れていないと判断し、その一致度Hのピーク値 $H_{min}$ は利用しないこととした。なお、所定の閾値 $TH$ は、この実施の形態においては、 $TH = 1.2$ とした。

【0145】ステップS24の判断が肯定的であるとき、ずらし量 $d_x$ の真の値(真のピーク位置という) $ds$ を次に示す補間処理により求める(ステップS25)。すなわち、図18に示すように、最小位置座標を $(d_{xmin}, H_{min})$ とし、その前後の位置座標をそれぞれ $(d_{xmin-1}, H_{min-1}), (d_{xmin+1}, H_{min+1})$ とするとき、前後の一致度 $H_{min-1}, H_{min+1}$ の大きさを比較して、それぞれ次の(17)式～(19)式で示す値に推定する。

【0146】 $H_{min-1} < H_{min+1}$ の場合、

とができた。

【0147】結局、ステップS25の補間処理終了後に、変移位置 $X_p$ の原領域31に最も対応する検索領域

32の真のピーク位置d sが求まることになる。

【0148】このようにして求められた変位位置X pと真のピーク位置d sは、それぞれ、図5に示す右画像IR上の対象物体画像SRの視差d Rと左画像IL上の対象物体画像SLの視差d Lに対応する。

【0149】しかし、実際に、フロントガラスやカメラ1R、1Lの対物レンズ11R、11Lの光学特性によって、左右の画像IR、ILには、例えば、ピンクション的歪、あるいはバレル的歪が存在するので、これらによる歪補正を行った視差d Rと視差d Lとを求める。

【0150】そこで、これら歪補正を行った視差d Rと視差d Lを測定値として、上述の(4)式～(6)式から対象物体Sまでの奥行き方向の距離Z dと、その距離Z dからの左右の偏差にかかるずれ距離D Rとずれ距離D Lとの3次元位置情報を求めることができる(ステップS27)。

【0151】ステップS28では、エピポラーラインEP上の全ての変位位置Xでの原領域31に対応する検索領域32中の真のピーク位置d sを求める演算が終了したかどうか、すなわち、X=767であるかどうかを確認して処理を終了する。

【0152】位置演算装置7で作成された、これら3次元位置情報である距離Z dとずれ距離D Rとずれ距離D Lとはクラスタリングされ、対象物体Sについての識別符号としての、いわゆるアイディ(I D : Identification)が付けられて、出力端子90を通じて、次の処理過程である、図示しない道路・障害物認識装置等に接続される。

【0153】道路・障害物認識装置等は、自動運転システムを構成し、運転者に対する警告、車体の自動衝突回避、前走車への自動追従走行などの動作を行うことができる装置である。この場合、例えば、自動追従走行を行うシステムとして、本出願人の出願による「物体検出装置およびその方法」(特願平7-249747号)を挙げることができる。

【0154】なお、この発明は上述の実施の形態に限らず、この発明の要旨を逸脱することなく種々の構成を探り得ることはもちろんである。

【0155】

【発明の効果】以上説明したように、この発明によれば、撮像素子部に入射する光の光量をステップ的に変化させる減光フィルタの光軸への挿入を、露光量調整手段により駆動される切換手段により切り換えている。減光フィルタを挿入または非挿入とすることで入射光量、言い換えれば、露光量を変化させているので、開口絞りを変化させる必要がなくなり、実質的に開放状態とすることができるという効果が達成される。すなわち、開口絞りを不要にすることができる。また、光量をステップ的に変化させるので、連続的なフィードバック制御が不要となり、装置構成が簡単になるという利点が得られる。

【0156】その上、減光フィルタの光軸への挿抜機構は、同心状に口径が連続的に変化するもの(いわゆるアイリス絞り機構)に比較して構造が簡単であり、結果として簡便な機構で、複数のカメラ間の運動した光量調整を精度よく行うことができるという効果も達成される。

【0157】これらにより、左右画像間の対応処理を正確なデータに基づいて行うことが可能となり、距離測定の精度が向上し、結果として、装置の信頼性が向上するという効果も達成される。

【0158】また、この発明によれば、撮像素子部の露光時間値を調整する露光時間調整手段を備え、前記露光量調整手段が、減光フィルタと露光時間値との予め定められた組み合わせにより、光学部から画像信号出力手段までに至る合成利得値を決定するようしているので、さらに細かいステップで露光量を調整することができるという効果が達成される。

【0159】さらに、第3のこの発明によれば、第1の発明の構成に加えて、增幅利得を調整する增幅利得調整手段を画像信号出力手段に備え、露光量調整手段が、增幅利得値と減光フィルタとの予め定められた組み合わせにより、光学部から画像信号出力手段までの合成利得値を決定するようしているので、第2のこの発明と同様に、さらに細かいステップで露光量を調整することができるという効果が達成される。

【0160】さらにまた、第4のこの発明によれば、露光量調整手段が、增幅利得値と減光フィルタと露光時間値との予め定められた組み合わせにより、光学部から画像信号出力手段までの合成利得値を決定するようしているので、一層細かいステップで露光量を調整することができるとともに、より入射(外界)光量の大きな光量変化にも対応可能な最適な露光量を調整することができるという効果が達成される。

【0161】なお、撮像素子部にCCDイメージセンサを有するものとした場合に、露光時間は、このCCDイメージセンサの電子シャッタ時間とすることができますので、CCDイメージセンサは元来正確なクロックパルスに基づいて動作しており、このクロックパルスを利用して露光時間の調整を電気的にかつ正確に行うことができるという派生的な効果が達成される。

【0162】また、減光フィルタとしては、NDフィルタや、多数の孔が開けられた孔あき板を使用することができる。孔あき板としては、金属板等に多数の孔が等間隔に開けられた、いわゆるパンチングメタルを採用することができる。NDフィルタやパンチングメタルを利用した減光フィルタを絞りとすることで、上述のアイリス絞りに比較して、構成を簡単化でき、かつコストを低減することが可能となるという効果も達成される。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の一実施の形態の構成を示すブロック図である。

【図2】ステレオカメラの据えつけ位置の説明に供される概略斜視図である。

【図3】NDフィルタ組立体の構成および作用の説明に供される正面視的図であって、Aは、いわゆる素通しの状態、Bは、-18dBのNDフィルタを光軸上に挿入した状態、Cは、-36dBのNDフィルタを光軸上に挿入した状態をそれぞれ示す図である。

【図4】三角測量の原理で距離を求める際の説明に供される平面視的図である。

【図5】対象物体にかかる左右画像上での視差の説明に供される線図であって、Aは、左側画像、Bは、右側画像をそれぞれ表す図である。

【図6】図1例の装置の全体的な動作説明に供されるフローチャートである。

【図7】左右の小領域の対応処理の仕方の説明に供される図である。

【図8】図7例の説明に供されるフローチャートである。

【図9】対応処理装置の詳細な構成を含む装置の構成を示すブロック図である。

【図10】レンズのシェーディング補正の説明に供される特性図である。

【図11】露光量調整用ルックアップテーブルを表す図であり、Aは、周囲の明るさが明るい状態から暗い状態になる夕方時等に採用されるルックアップテーブル、Bは、周囲の明るさが暗い状態から明るい状態になる明け方時等に採用されるルックアップテーブルをそれぞれ表す図である。

【図12】相関演算部の詳細な構成を示す回路ブロック図である。

【図13】エビポラーライン上の左画像データの一部を模式的に表す線図である。

【図14】エビポラーライン上の右画像データの一部を模式的に表す線図である。

【図15】図12例中、第1演算ブロックの動作説明に供されるブロック図である。

【図16】図12例中、第1演算ブロックの動作説明に供される他のブロック図である。

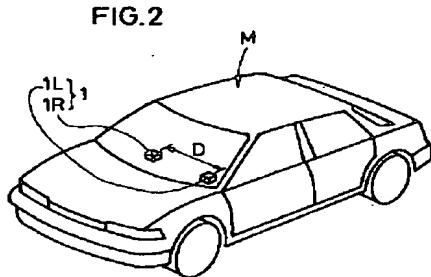
【図17】位置演算装置の動作説明に供されるフローチャートである。

【図18】補間演算の説明に供される線図である。

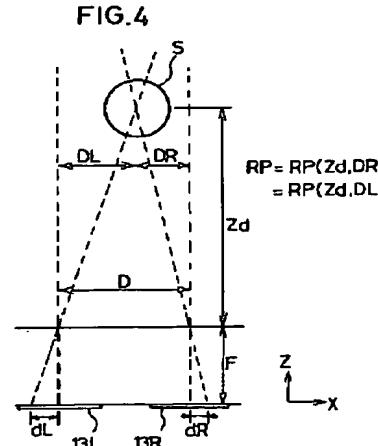
【符号の説明】

1…ステレオカメラ	1 R、1 L…
ビデオカメラ	
2 R、2 L…カメラ制御ユニット	4 R、4 L…
画像メモリ	
5 R、5 L…駆動回路	6…対応処理装置
7…位置演算装置	8…露光量調整装置
11 R、11 L…対物レンズ	
12 R、12 L…NDフィルタ組立体	
13 R、13 L…CCDイメージセンサ	14 R、14 L…信号処理回路
15 R、15 L…光軸	23、24…NDフィルタ

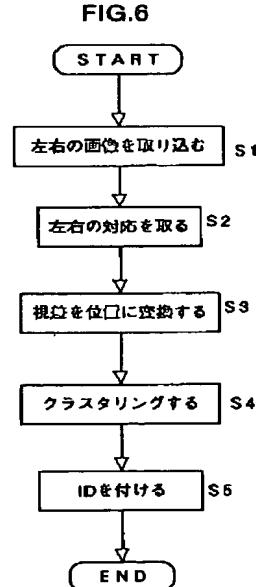
【図2】



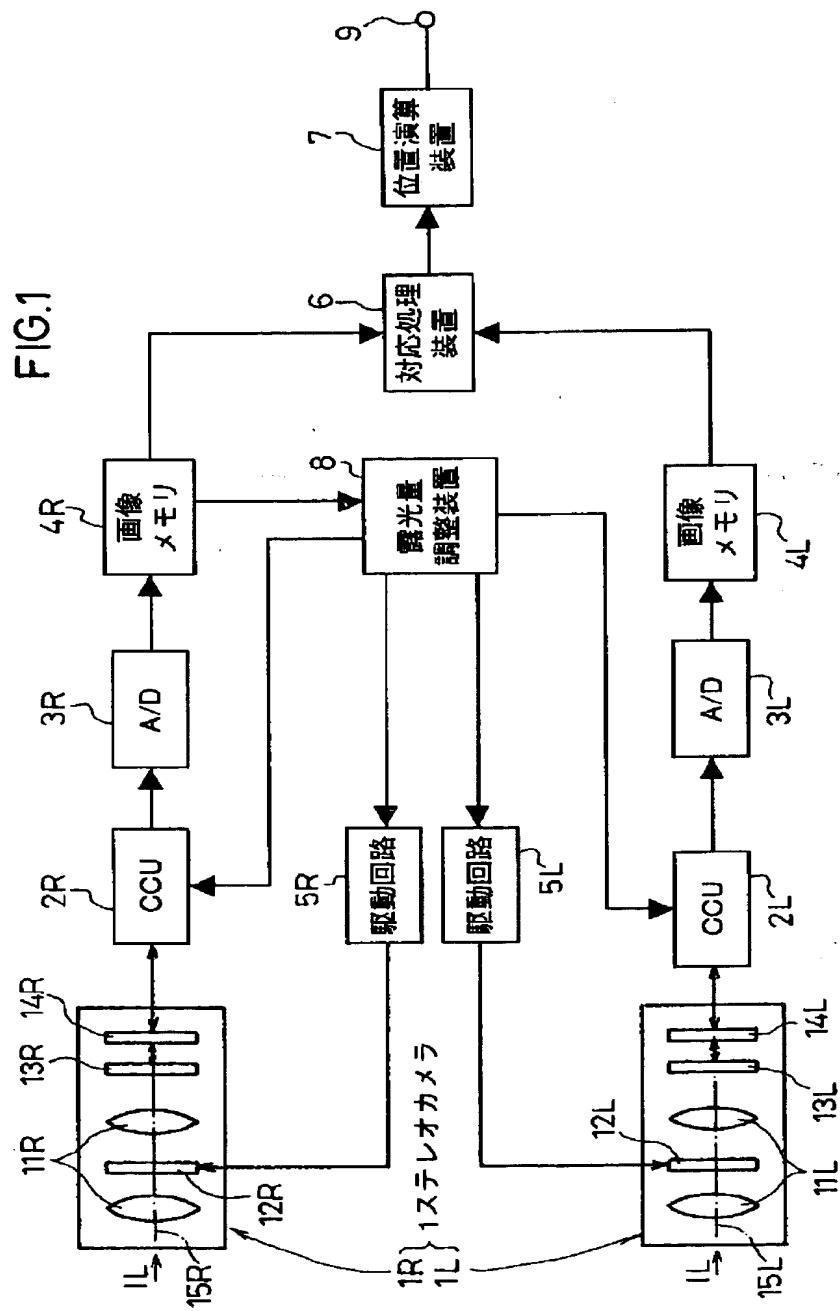
【図4】



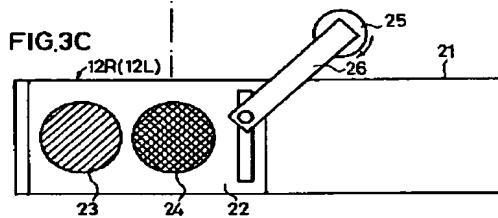
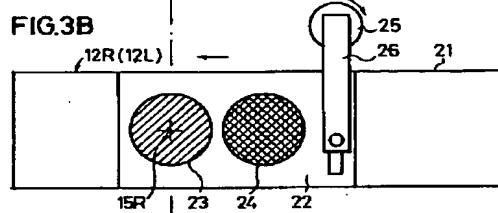
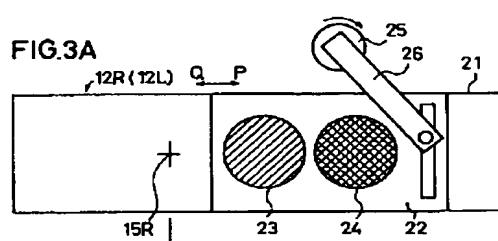
【図6】



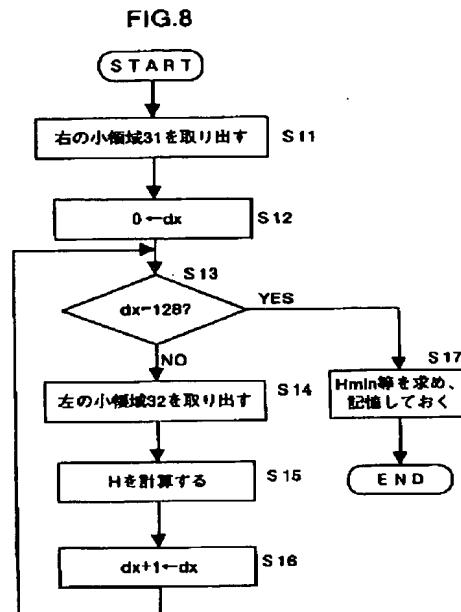
【図1】



【図3】



【図8】



【図5】

FIG.5B

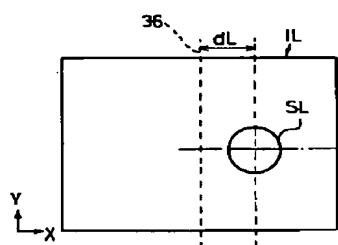
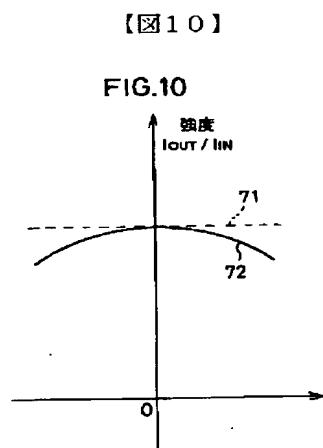
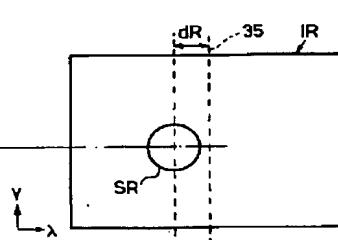
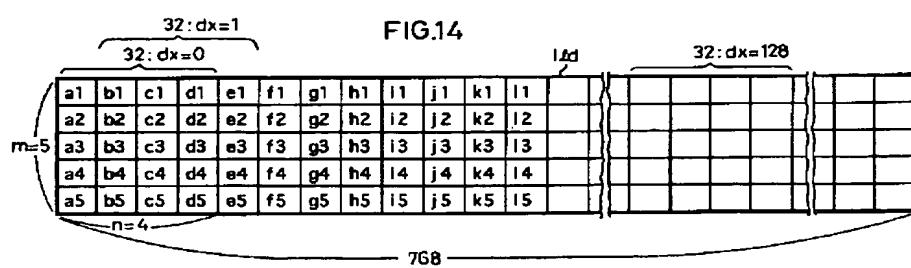


FIG.5A



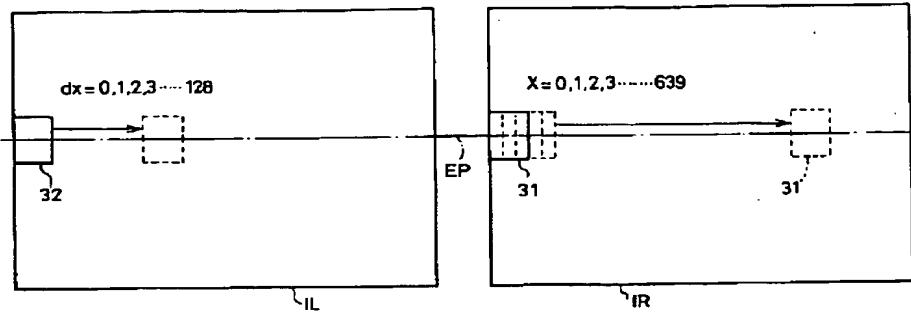
【図14】

FIG.14

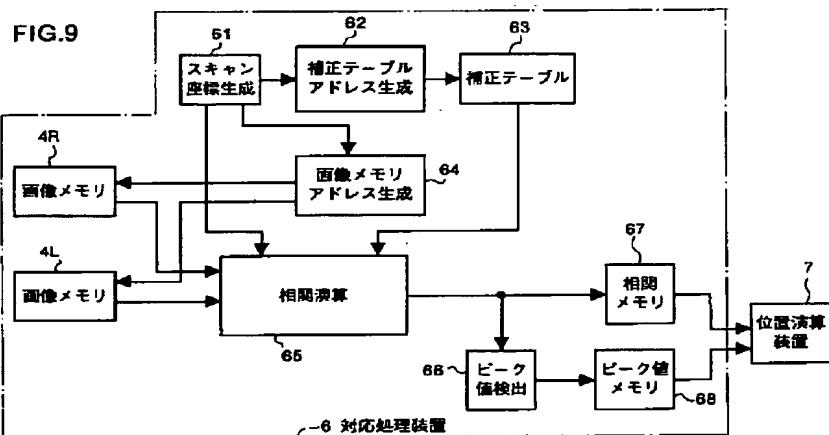


【図7】

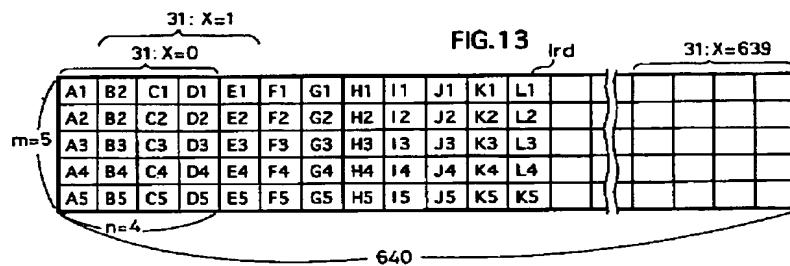
FIG.7



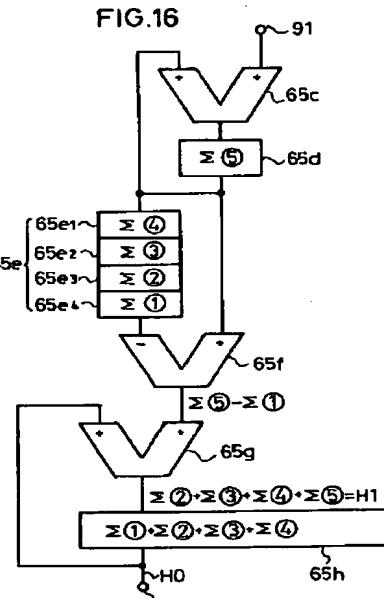
【図9】



【図13】

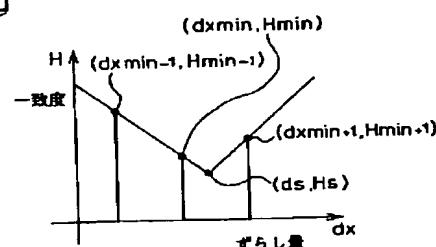


【図16】



【図18】

FIG.18

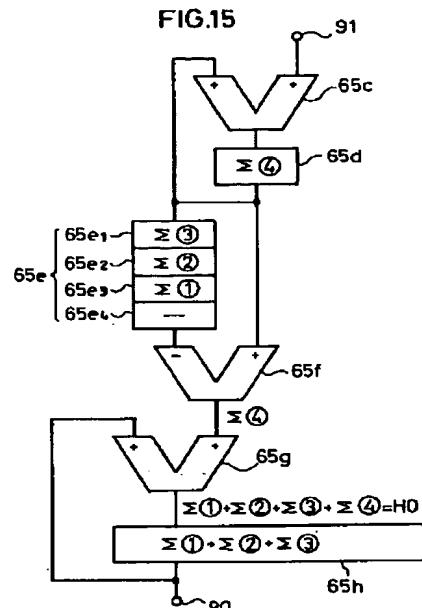


【図11】

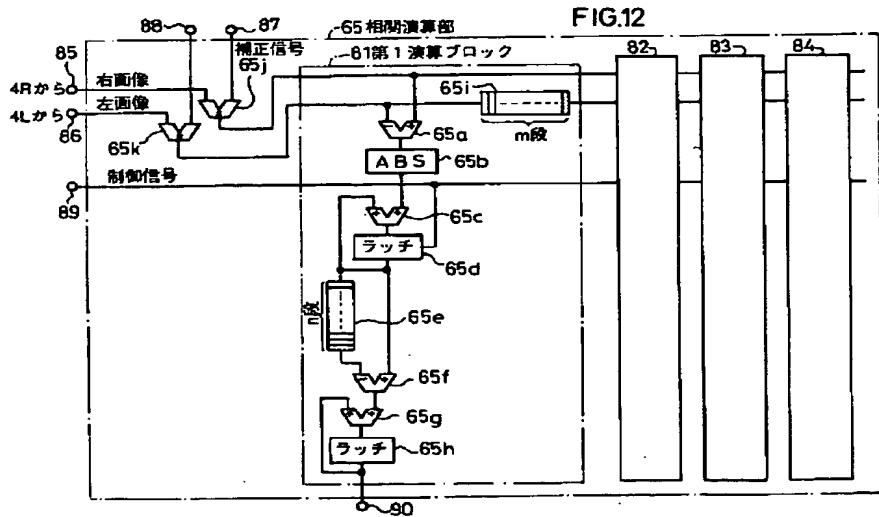
図11A		3A	
増幅利得 a 1	ショック速度 (利得) a 2	ND フィルタ (利得) a 3	合成利得 AS
1 2	1/60(0)	0	1 2
1 2	1/120(-6)	0	6
0	1/60(0)	0	0
0	1/120(-6)	0	-6
0	1/250(-12)	0	-1 2
0	1/500(-18)	0	-1 8
0	1/120(-6)	-1 8	-2 4
0	1/250(-12)	-1 8	-3 0
0	1/500(-18)	-1 8	-3 6
0	1/120(-6)	-8 6	-4 2
0	1/250(-12)	-8 6	-4 8
0	1/500(-18)	-8 6	-5 4

図11B			
端幅切得 a 1	ショット速度 (利得) a 2	NDフィルタ (利得) a 3	合成利得 AS
1 2	1/60(0)	0	1 2
1 2	1/120(-6)	0	6
0	1/60(0)	0	6
0	1/120(-6)	0	-6
0	1/250(-12)	0	-1 2
0	1/60(0)	-1 8	-1 8
0	1/120(-6)	-1 8	-2 4
0	1/250(-12)	-1 8	-3 0
0	1/60(0)	-3 6	-3 6
0	1/120(-6)	-3 6	-4 2
0	1/250(-12)	-3 6	-4 8
0	1/500(-18)	-3 6	-5 4

【図15】

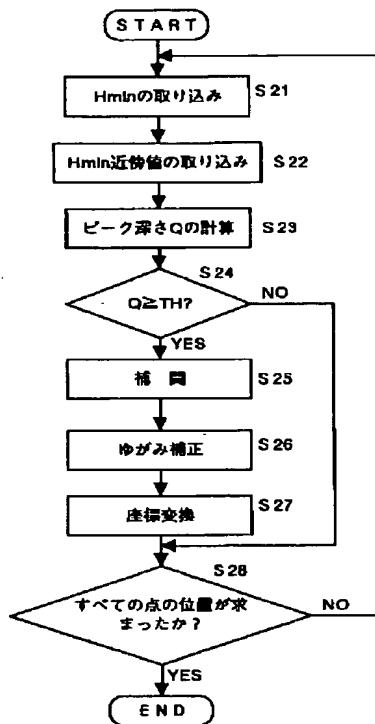


【図12】



【図17】

FIG.17



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 6

G 08 G 1/16  
H 04 N 5/232

識別記号

府内整理番号

F I

H 04 N 5/232  
G 06 F 15/62

技術表示箇所

Z  
380